四国能開大開校２年間の実践報告
― 応用課程訓練における創意と工夫 ―

四国ポリテクカレッジ（四国職業能力開発大学校）
生産機械システム技術科　北村　寛
生産電子システム技術科　羽原　由雄
生産情報システム技術科　稲益　悦夫

１．はじめに

四国能開大が2000年に開校し，１サイクル２年間を経て2002年３月に応用課程１期生80名を無事社会に送り出すことができた。しかし，この間は決して平穏な毎日ではなく，理想とする仕上がり像と現実とのギャップを埋めるべく，試行錯誤しながらの日々であった。

本稿では，生産システム系３科が各科独自に取り組んだ標準課題実習，また３科が１つになり取り組んだ開発課題実習，さらには学生の出席管理，就職対策等，それぞれが創意工夫して取り組んだ内容を実践報告として紹介する。

２．生産機械システム技術科における取り組み

２.１　経過と問題点

応用課程の教育訓練方法の大きな特徴に，課題学習方式とワーキンググループ方式があげられる。これらを実践するカリキュラムが標準課題実習や開発課題実習である。１期生２年間の教育訓練を反省するなかで，標準課題実習における問題点が浮き彫りになり，２期生についてはその問題点を克服すべく，新しい訓練手法の標準課題実習に取り組ませた。以下にその実践報告をする。

１期生に対して実施した標準課題は，精密機器製作課題と自動化機器製作課題を合わせ持った「自動組み立てパレタイジング装置の製作」である。２課題分の要素を含むため，「ものづくり」のボリューム感と達成感を味わわせるには良い課題であると思われる。１グループ７名（または８名）で構成し，加工班と制御班に分かれ，課題実習に取り組んだ。標準課題実習は与えられた図面，仕様に基づき「ものづくり」を実践していくものであり，指示型実習の１つである。しかしながら，このなかで創造性や開発力を養うといった教育訓練要素はほとんど見あたらない。実際，２年生になり開発課題に取り組むが，企画，構想，設計等の力が十分に身に付いておらず，すべてにおいて遅れを取る結果となり，他の２科に大きな迷惑をかけてしまった。開発課題に取り組む生産機械の学生は，１人ひとりが上記の要素に対して力を発揮しなければ課題が進まない。しかも，早い段階でこれらの内容を具現化しなければならない。こうした実状を勘案して，開発課題に取り組む前に，１人ひとりが開発課題の予行演習的な実習を行う必要があるのではないかという結論に達した。そこで，１つ目の標準課題実施後，その標準課題をベースに発展させる２つ目の標準課題実習（以下発展型標準課題実習と呼ぶ）を設定した。

２.２　発展型標準課題実習の実施形態

⑴　課題設定

標準課題は２課題実施する。第１課題は与えられた図面と仕様に基づき，きっちりとした「ものづくり」を経験する。このときは，ワーキンググループ方式でそれぞれ分担を決め，製品作りに取り組む。今回２期生には１期生と同じ「自動組み立てパレタ

イジング装置」を製作させた。発展型標準課題では，第１課題で製作したパレタイジング装置のワーク把持部をバキュームパッド方式から，ワークハンドリング方式に変更する課題を設定した。ハンド部に使用するアクチュエータやワーク形状等は，学生１人ひとりに異なった仕様を与えた。図１に概要図を示す。
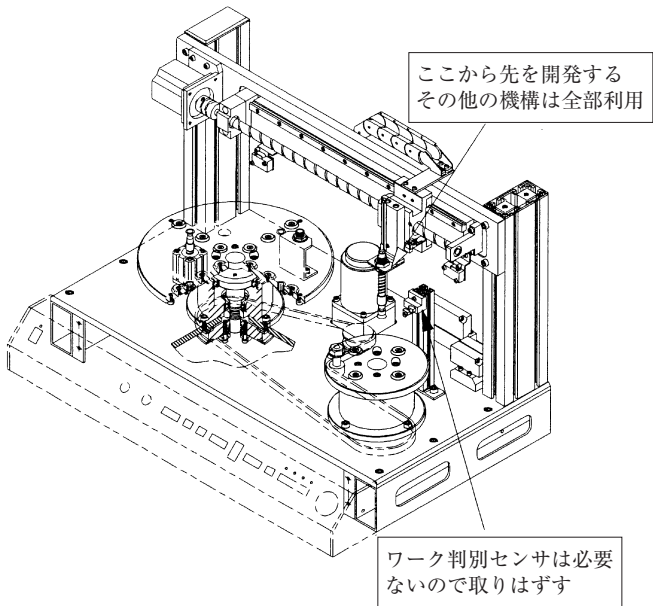
図１　概要図

⑵　仕様の与え方

２期生24人全員の仕様が異なるよう，アクチュエータを２種類，ワーク材種を２種類，ワークスタイルを６種類選定し，24通りの組み合わせを作った。表１に学生に提示した例を示す。

表１　学生に提示した仕様例

パラメータ	1	2	3
ワーク形状	円柱（ϕ28）	六角柱（ϕ28に内接）	四角柱（一片25）
ワーク中心穴ϕ14	有り	無し	
ワーク材質	MCナイロン	S45C	
アクチュエータ	エアシリンダ	ソレノイド	

⑶　スケジュール

学生に課題提示し，各自がどのアクチュエータを使い，どのスタイルのワークを製作するのかを確認させる。そして，各実習の区切りで目的の仕事を達成したかどうか，そのつどわれわれ指導員がチェックする。図２に指導の形態と学生の作業の流れを示す。
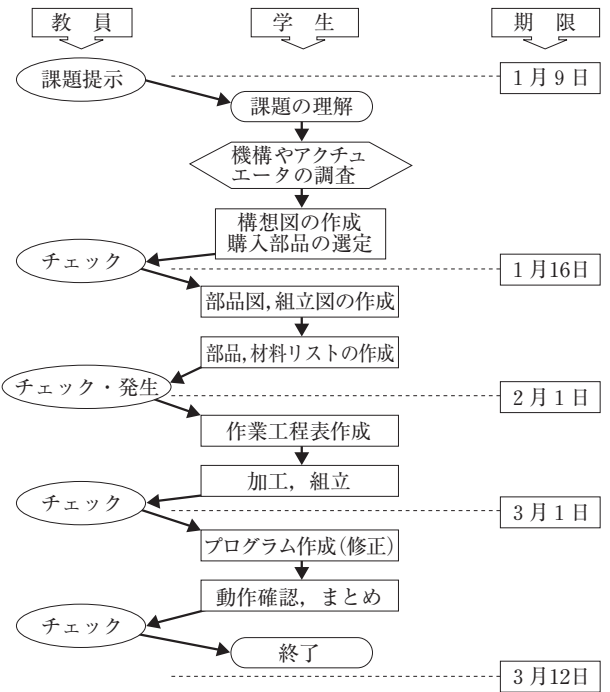
図２　指導の形態と作業の流れ

⑷　実習展開法

①　ハンド部の機構やアクチュエータの調査

書籍やインターネットを利用し各自与えられた仕様を満足する機構やアクチュエータを調べさせる。

②　購入部品の選定

何を購入し，何を作るかを決めさせる。また，搬送するワークスタイルから発生する制約を考慮し，アクチュエータの選定を行わせる。

③　図面作成と部品・材料リストの作成

最終計画図をもとにCADを使用し，部品図，組み立て図を作成させる。また，部品・材料リストを作成させ，これをもとにわれわれ指導員が発注する。

④　加工実習

加工実習に入る前に，２人１組のペアを作る。そして，それぞれが設計した図面をお互いに交換して，相手の図面の部品加工をさせる。部品加工に入る前には加工工程表を作成させておく。組み立て・調整は，設計した本人が行うこととする。

⑤　プログラム修正と動作確認

ワークの３段積み重ね，およびパレタイジングが仕様どおりになるよう，第１課題で作成したプログ

ラムを修正し，動作確認をする。

⑥　報告書の作成とプレゼンテーション

設計書と設計図面，加工手順書と考察等まとめたものを報告書として提出させる。

2.3　実習作品例

図3に学生が製作した例を示す。
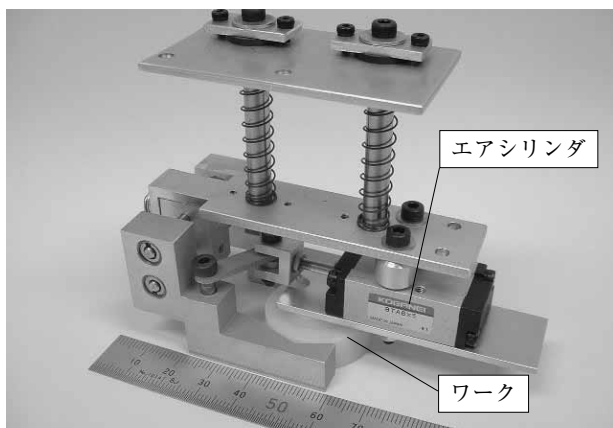
図3　学生の製作例

2.4　まとめ

第1標準課題でワーキンググループ方式での「ものづくり」を経験し，発展型標準課題実習で1人ひとりが簡単ではあるが，創造的な「ものづくり」を経験する。さらに，自分で設計したものを他の人に製作してもらい，他の人が設計したものを自分が製作する。「図面」というコミュニケーションの大切さと，この実習のなかで発生するさまざまな「失敗」を経験すること，考えて悩むことが学生の糧になると思われる。実際，2期生の何人かは2002年3月末まで学校に出てきてこの課題に取り組んでいた。

今回，われわれが実施した発展型標準課題実習の訓練評価は，開発課題の成果を待たないと得られないかもしれない。しかし，この発展型標準課題実習を実施したことにより，開発課題実習へのスムーズな橋渡しができたのではないかと考える。

3．生産電子システム技術科における取り組み

3.1　カリキュラムの編成

応用課程の教育訓練は，幅広い知識を詰め込むのではない。厳選されたテーマに沿って“ものづくり”の手法を習得し，必要な知識を学習する力をつけることが目的である。この目的を達成させるため，課題学習方式，ワーキンググループ学習方式が導入された。幸いにも当科では立ち上げ時に在職学生が2名入校した。彼らにも“ものづくり”を通した実学教育は好評であり，彼らを通して現場の厳しさが周囲に伝わり，よい刺激を与えてくれる形になった。

(1)　テーマ

生産電子システム技術科では，テーマとして次の2つを選定した。

①　製品単体を製造する技術
　…電子回路を利用した製品を設計製作する技術

②　製品を組み合わせてシステムを構築する技術
　…汎用コントローラを用いて制御システムを設計製作する技術

(2)　応用実習

標準課題はワーキンググループ学習方式で行う。この方式では数人で1つの課題をこなすので自分の担当したところは理解するが，全体を把握しづらい問題がある。そこで，各自のレベルを把握し，不足している技術，知識を補い，標準課題をこなすための要素技術を次の応用実習で習得する。また，同時に，この応用実習を通して“ものづくり”の手法，スケジュール管理なども習得する。

①-1　トランジスタ，タイマICを用いたマルチバイブレータ回路の製作…半田付け，電子回路の知識の確認

①-2　TTL-ICを用いたリングカウンタ回路の設計･製作…CAD/CAMを用いた回路設計，シミュレーション，PCBパターン設計

①-3　トライアックによる位相制御パワーコントローラの製作…電力用PCBパターン設計，筐体設計

①-4　センサライトの製作…技能検定の課題を演習することで実装技術を習得し，その回路をもとに市販のセンサライトの筐体のみを利用して設計･製作･実装を行う

②-1　リレーによる搬送コンベア制御盤の製作…制御盤の製作法，シーケンス制御の知識の確認

図４　学生が製作したセンサライト

②−2　プログラマブルコントローラを用いた搬送コンベア制御盤の設計･製作…マンマシンインターフェース，シーケンス制御プログラムの標準化，トラブル検出などのプログラミング技法

⑶　標準課題

⑴であげたテーマに沿って行うワーキンググループ学習の標準課題を次の２課題とした。

①　DC-ACインバータの設計･製作
　…提示された仕様から回路，PCB，筐体の設計･製作･取扱説明書の作成まで行う

②　セルマシンの制御システム設計･製作
　…提示された仕様から図面を起こし承認を経て製作･試運転･調整･検収まで行う

⑷　実施方法

応用課程の教育訓練は，要素の実験ではなく，ものづくり現場の実習である。当科では課題単位で集中して行えるようシステムユニット訓練方式（集中実習形式）で実施している。これにより，内容，目標が明確になり仕事の段取り，スケジュール管理ができるようになる。また，学生は放課後も残り，不足している技術について取り組み，スケジュールに間に合うよう努力をするようになった。

３.２　就職に向けた取り組み

生産電子システム技術科における学生指導の根底は，社会人になって困らない“ものづくり”のためのコミュニケーション能力の付与である。知識，技能，技術だけでなく，企業でのルールや慣習などにも適応しなければならない。実際の会社で行われているなかから，次の３点を導入した。

①　作業服の着用

②　タイムカード

③　３分間スピーチ

⑴　作業服の着用

企業，特に製造業では作業服，制服などを着用することは当たり前である。作業服や制服などは，安全衛生のためだけでなく，仕事の仲間意識や企業人としての振舞いなど士気の高揚が得られる。当科では，実習を行うときの作業服は当然としても，学科においても作業服の着用を励行している。

⑵　タイムカード

企業において時間を守るのは最低の基本である。時間により給与が支払われ，時間により利益が生まれる。時間管理を自分のものにするため，客観的な時間を示す方法としてタイムカードを導入した。

図５　導入したタイムレコーダ

１時限の100分を４つに分け，25分を１ポイントとして積算していく。例えば，10分の遅刻を４回すると１時限の欠席となり，成績，履修に響いてくる。しかし，実社会では有休などの制度もある。そこで，遅れそうなときや欠席する場合は事前に連絡し，出席時間を申告させることにした。そして申告した時間まではそのポイントを半減させることで有休の代わりとした。これにより，時間を読むこと，報告することなどが身に付くと期待している。

まず，タイムカードという今までの生活になかっ

たものが受け入れられるか心配であったが，特に混乱は見られなかった。これはアルバイトなどで経験しているからであろう。導入前の初年度は，かなり遅刻など見受けられた。導入後の２年目，３年目では，遅刻者数，時間とも大幅に少なくなった。副次的な効果として，どの学生が居残りしているかがタイムカードストッカーを見ればわかる。また，その学生の進捗状況など，カードの時間から見えてくることがある。

⑶　３分間スピーチ

企業では，朝礼や引継ぎ会，QCサークル，改善提案会など小規模な集まりが多くある。そのなかで提案，報告できるよう，人前で発言する力が必要とされる。また，就職活動においても企業訪問や面接など人前で考えを述べる機会は大変多い。そこで，午後の授業開始時にテーマを決めて３分間のスピーチを行っている。今までに行ったテーマは，

①　応用課程に進学して
…どんな目的で進学したのか

②　自動車大手５社の連結決算
…自動車社会で学生の関心も高く，自動車製造業の決算から何を思うか

③　讃岐路劣悪運転マナーのなぞ
新税へ自治体殺到
お勧めの１冊
…３テーマから発表時にくじで発表テーマを決め，発表後に質問を受ける

など，就職面接や身近な新聞から題材を拾っている。以前は，テーマそのものも学生に探させていた。しかし，スピーチを聞いたその場で質問をするのは難しいのでテーマを指導員側で絞っている。３分間スピーチを行っていたおかげで，就職面接でうまく発言できたという声があり，効果が認められた。

４．生産情報システム技術科における取り組み

４.１　開発課題実習への取り組み

応用課程の教育訓練目標は，企業のものづくり現場である製造部門や生産管理部門および生産技術部門において，将来のリーダとして活躍できる人材を育成することにある。特に，生産技術部門では加工・組立て・検査等のシステム企画，開発を担当できる技術者の育成が課題となっている。機械，電子，情報の３科の学生が合同で行う開発課題実習の目的はこれらの目標を達成することにあると思われる。

ところで情報系学生の場合，希望就職先のほとんどがソフトウェア開発部門やシステム開発部門であり，開発課題実習のテーマ設定においては，これらを考慮し，データベースやネットワーク等のシステム構築，アプリケーション開発などの要素を多く含むテーマの設定が望まれる。長期にわたる実習を意欲的に継続していくためには標準課題実習から開発課題実習へと継続発展的に移行できるよう配慮が必要である。以上の配慮のもとに，2001年度においては，指導員サイドで検討したテーマや学生からの提案をもとにしたテーマ，在職学生が立案したテーマなど合計８テーマが設定され，３科の学生が11チームに分かれて取り組むこととなった。

４.２　２年次の標準課題実習について

当科では，応用課程１年次に「生産データベースシステム構築課題実習」および「生産ネットワークシステム構築課題実習」の２つの標準課題実習を実施しているが，２年次には「計測制御システム分析設計実習」と「計測制御システム構築実習」を合わせた３つめの準開発課題実習ともいえる標準課題実習が開発課題実習と並行して実施される。情報系学生が機械，電子系の技術に馴染み開発課題実習へ円滑に移行するための役割を果たしている。

今回，2001年度に，就職活動や開発課題実習と並行して実施された，当科における標準課題実習「計測制御システム構築課題実習」の取り組み状況や実施結果とその効果についてまとめ，準開発課題実習としての位置づけを確認している。

⑴　訓練内容

教科としての「計測制御システム構築応用実習」は，１年次に「リアルタイムシステム」，「リアルタイムシステム構築実習」，「画像処理」，「画像計測システム構築実習」の計18単位に引き続いて，２年次に「計測制御システム分析設計実習」と「計測制御

システム構築実習」の計10単位が実施される。2年次の10単位は画像計測とリアルタイム制御を組み合わせた計測制御システムの構築が目標となっており，標準課題実習方式で実施される。2001年度の当科におけるテーマ名は，「外観検査システムの構築」として実施した。

応用課程担当指導員研修にて制作された標準の教材は集成材に使用される木材素片の外観的欠陥である節や傷等を検査するシステムとして作成されているが，当科では建築用タイル片を検査対象としている。節や傷等の替わりに気泡による穴や，角部の欠け，掻き傷等を検査し，良品と不良品を選別するもので教材の構成は標準の教材と同等なものである。

「外観検査システムの構築」を標準課題形式で実習することにより以下の要素技術が習得できるよう配慮して進めた。

① UML記法，オブジェクト指向によるシステム分析設計手法
② リアルタイム制御プログラミング技法
③ 計測機器の制御プログラミング技法
④ 画像計測技術の応用プログラミング技法
⑤ システム構築，設計，進捗管理能力

(2) 訓練実施計画

訓練計画は，システム開発・構築の際の一般的な手順にのっとって企画設計からシステム構築，運用までをカリキュラム日程に組み込んで実施した。計画作成は学生の自主的な決定にゆだねたが，開発設計部門（顧客）から生産技術部門へのシステム開発依頼の形式を模擬し，「外観検査システム仕様書」を訓練初日に提示し，これに基づいて，グループごとに分析設計を行い，開発日程を作成して取り組むよう指導した。また，顧客への進捗報告や社内検討会に相当する設計レビューやシステム構築進行状況報告会を中間報告として計2回，顧客への納入日に相当する公開形式での最終発表・デモ展示会を1回設定した。その他として，あらかじめ難易度が高いと思われたイベント駆動によるソケット通信プログラミングやインタフェース制御プログラミングを通常の実習形式で実習前半に計24時間ほど取り入れた。

(3) 訓練実施状況

① ワーキンググループの編成

2001年度は，学生27名を4名×3班，5名×3班に分け，計6班の編成とした。

② システム構成

XYステージによる検査対象物の精密位置決め制御とカメラによる画像処理およびレーザ変位センサによる変位計測が組み合わされる。スループットを向上するためにはリアルタイム制御が必須となる。

リアルタイムシステムの構築にはVxWorksとRTLinuxの2種類のリアルタイム制御プログラミング手法をあらかじめ習得させ，いずれを採用するかは，システム仕様書を満足することを条件として学生の判断にゆだねた。その結果，1班と6班以外は，すべて異なる構成となった。学生が選択した結果の各班のシステム開発環境一覧を表2に示す。

表2　システム開発環境，プログラム言語一覧

班	制御画面	XYステージ	レーザ変位センサ	画像計測
1	VB	VxWorks	VC++	VC++
2	VB	RTLinux	RTLinux	VC++
3	VB	VxWorks	VxWorks	VC++
4	GTK	VxWorks	VxWorks	Linux
5	GTK	RTLinux	RTLinux	Linux
6	VB	VxWorks	VC++	VC++

③ 実習の運用と取り組み状況

外観検査規格については，本来であれば顧客から提示され，これに基づいた検査が可能な測定精度を有する計測機器が選定される。今回は実習用ということもあり，あらかじめ用意された欠陥サンプルに対する画像処理検査能力やレーザ変位センサによる寸法計測精度を調査のうえ，各班ごとに規格を決定するよう指導した。表3に1班の外観検査規格の例を示す。

システム構築に当たってはシステムを構成する機器の取り扱いやプログラム開発環境の習得などを並行して行う必要があり，かなり過密なカリキュラムとなった。特に，XYステージによる検査対象物の位置決めや外観検査規格の判定，検査プログラムを作

表３　欠陥寸法許容規格（１班）

検査項目	許容寸法規格	許容数
角部の欠け	W2.0Max,H2.0Max,D1.0Max	2個
掻き傷	W1.0Max,L5.0Max,D0.5Max	3個
穴	ϕ2.0Max,D1.0Max	3個
辺部の欠け	W5.0Max,H1.0Max,D1.0Max	2個
無視規格	ϕ,W,H,D,Lが0.2以下は無視する	

成するのに時間を費やしたようであった。

学生が個別に作成した計測機器のプログラムをソケット通信にて接続し，システム全体の総合動作を確認する段階では，協働作業による問題解決の場面に直面し，議論しながら取り組む姿が散見された。一人で黙々と実習する学生も見られグループワーキングによるシステム開発を指導する難しさを感じる場面もあったが，学生の判断を重視し「やり方は自由だが結果が問われる」という方針にての指導に徹した。学生は各自の個性に応じて，設計仕様に基づいて開発作業を進めるプロセスの実習体験を通じて，開発課題実習につながる論理的思考能力を伸長させてくれたものと考えている。

⑷　訓練効果の評価とまとめ

当初は，計測制御システムに対する興味を喚起し，継続できるかどうかが懸念されたが，開発課題実習に共通の要素技術が多いためか計測制御プログラミングに興味を示す学生が多数見られた。

学生にとっては，計測制御のプログラム作成は初めての経験でもあり，１年次に実施された実習内容を標準課題実習で応用することにより，理解が深まったという感想が多かった。計測制御プログラミングに興味を示し，放課後も遅くまで残り，熱心に取り組む学生の姿も見られた。各班とも目標仕様の外観検査システムが完成し，結果として一定の訓練効果が上がったと考えている。2002年度の実習は現在進行中である。図６にその実習風景を示す。

５．おわりに

能開大校の応用課程開設の成否は，学生に対して社会に認められる実力を付与して送り出すことにか

図６　外観検査システムと実習風景

かっている。これは開発課題実習をいかに成功させるかにあり，それが各科の標準課題実習指導の成否や日々の学生指導に直結していることを，身をもって経験した２年間であったと考えている。今後も各科間の密接な連携と創意工夫で四国能開大校の発展に貢献していきたい。

最後になりますが，四国能開大校も開設初年度は手探り状態であったことが思い起こされます。企業人スクール実施状況や標準課題実施状況等を見学させていただいた先輩校の九州能開大校の関係者各位，終始ご指導いただいた当校の世古口前校長をはじめ関係者各位に深く感謝の意を表します。

＜参考文献＞

１）神田健一：『応用研究課程研究論文』，2002.１.
２）谷口忠勝：「職業能力開発大学校における「応用課程」の教育訓練理念とカリキュラム編成」，『技能と技術』，5/1999.